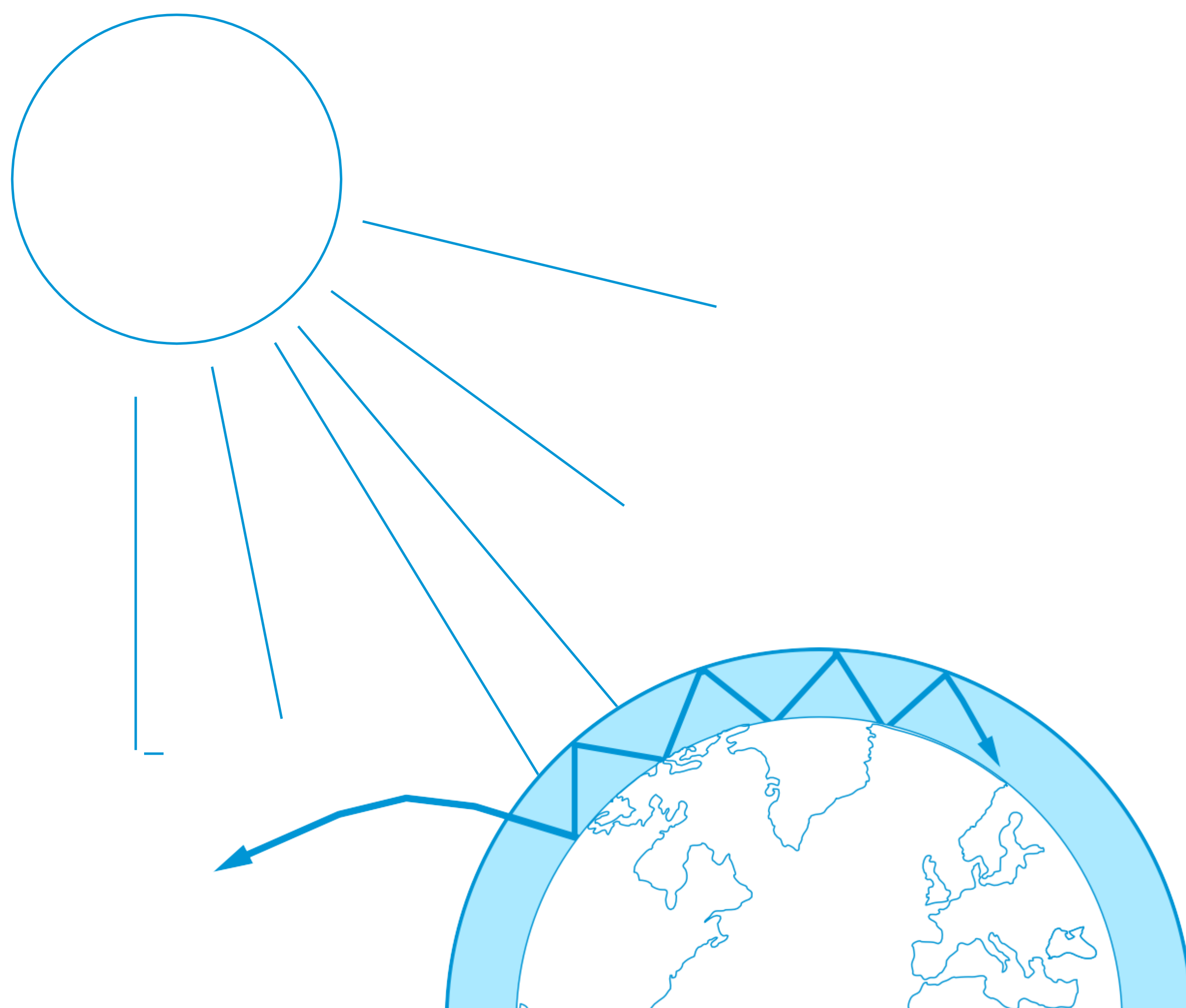
esa

Teach with Space

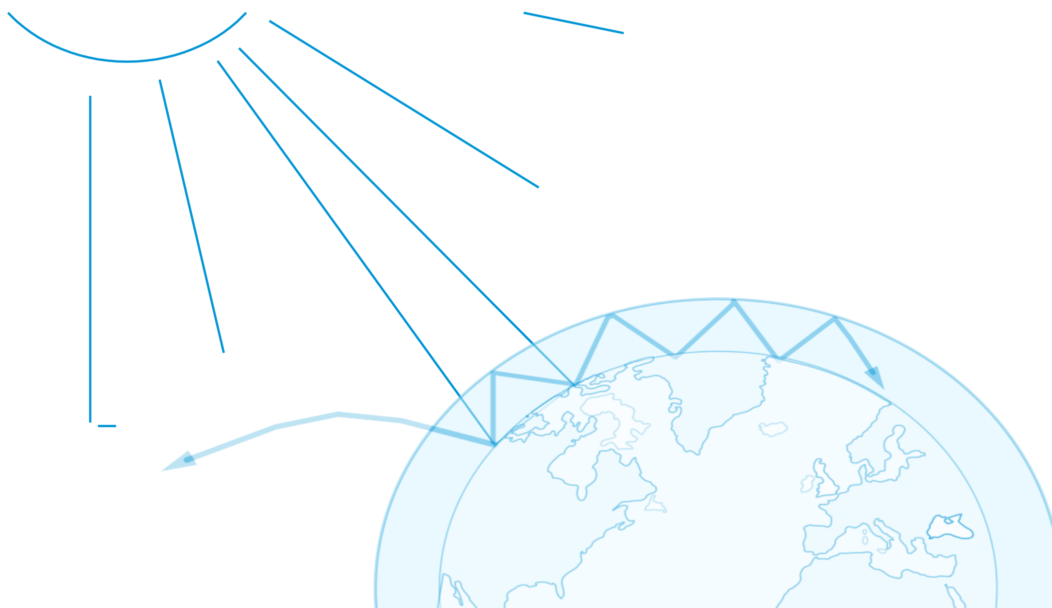
→ DRIVHUSEFFEKTEN OG DENS BETYDNING

Undersøgelser af global opvarmning



VISIT…

LANZAROTE Caliente.com



Lærervejledning

Rart at vide, Introduktion, Læringsmål side 3
Overblik side 4
Indledning side 5
Baggrundsviden side 6

Aktivitet 1: Drivhuseffekten – hvad er det? side 7
Aktivitet 2: Ændringer i havniveauet som indikator på global opvarmning side 9
Aktivitet 3: Hvordan ændringer i albedo kan påvirke klimaet side 12
Elevvejledninger:
Aktivitet 1 side 14
Aktivitet 2 side 17
Aktivitet 3 side 20
Links side 23

teach with space – the greenhouse effect and its consequences | G03
www.esa.int/education

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production in collaboration with ESERO Denmark

Copyright 2018 © European Space Agency

→ DRIVHUSEFFEKTEN OG DENS BETYDNING

Undersøgelse af global opvarmning

Rart at vide

Fag: Geografi, Fysik-kemi, Natur -teknologi
Aldersgruppe: 12-15 år
Type: hands-on aktiviteter
Sværhedsgrad: let
Tidsforbrug: 45 minutter pr aktivitet
Pris: billigt - 0-100 kr.
Sted: Indendørs og udendørs
Nødvendigt udstyr: computer, internet, infrarødt termometer
Stikord: Drivhuseffekt, kuldioxid, global opvarmning, havniveau, albedo, klima, geografi, fysik, naturvidenskab

Kort introduktion

Dette aktivitetshæfte indeholder både praktiske eksperimenter og ideer til brug af satellitbilleder, - tilsammen kan aktiviteterne hjælpe eleverne til bedre at forstå effekten den globale opvarmning.
I aktivitet 1 laver eleverne en model hvor man viser, at et højere niveau af carbondioxid (CO_2) betyder en højere temperatur.
Eksperimentet suppleres med tolkning af satellitbilleder, der viser Jordens CO_2-niveauer i forskellige tidsperioder.
Eleverne lærer derefter i aktivitet 2 og 3 om nogle af konsekvenserne af en øget drivhuseffekt; smeltning af is på land og til havs samt om ændringer i albedo.

Læringsmål

- Hvad er drivhuseffekt og hvordan er vi mennesker med til at påvirke drivhuseffekten og dermed Jordens energibalance?
- Hvilken betydning har det forøgede niveau af kcarbondioxid for klimaet på Jorden?
- Hvilke konsekvenser kan en stigende global opvarmning have?
- Hvilke betydninger har de smeltende gletsjere, de store iskapper og havisen for havstigning og oversvømmelse?
- Hvad er albedo og hvilken betydning har forskellige overfladers albedo for temperaturen
- Hvordan kan vi bruge satellitbilleder og anden jordobservation til at vise Jordens klima

→ Overblik over de forskellige aktiviteter

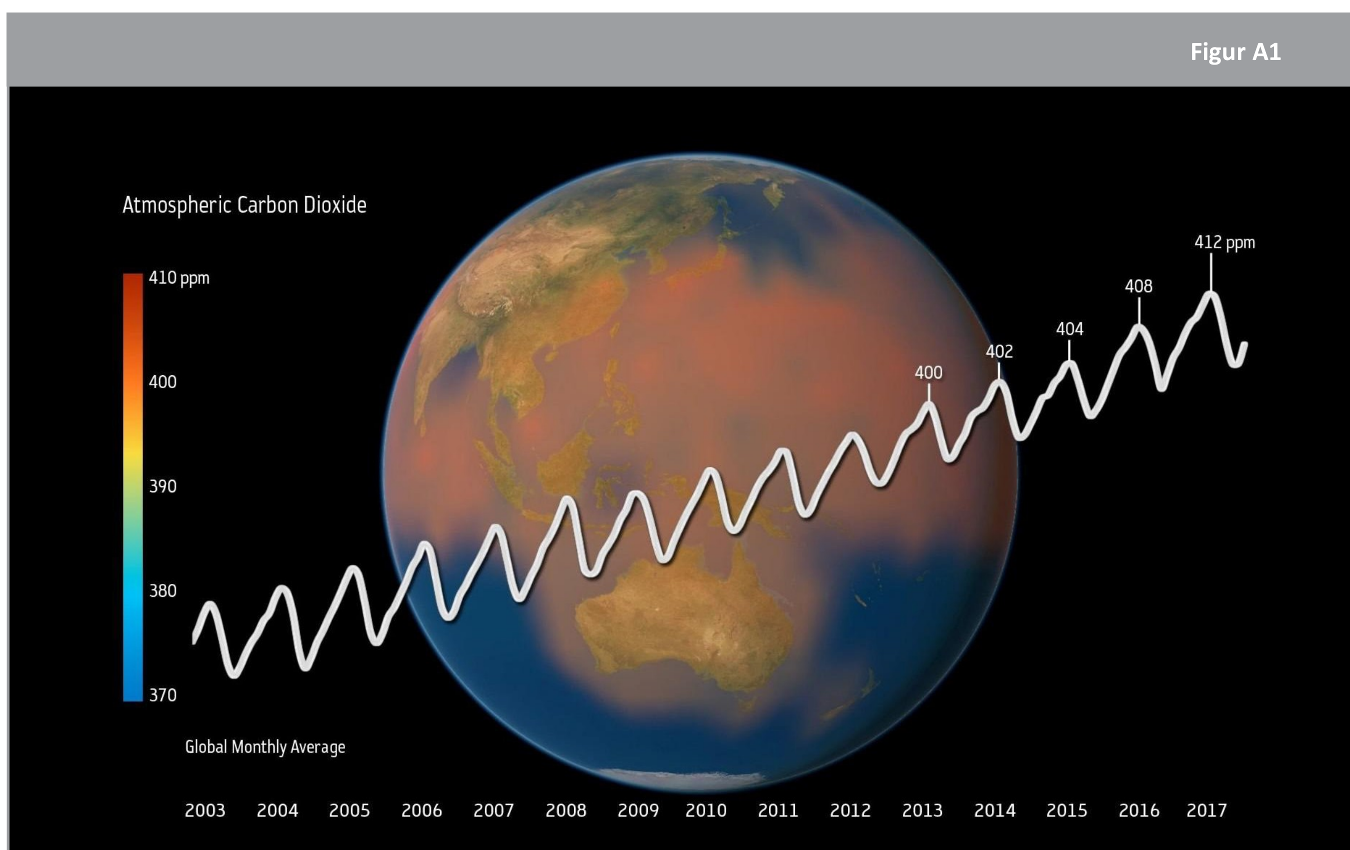
Aktivitetsoverblik					
	Titel	**Beskrivelse**	**Mål**	**Krav**	**Tid**
1	Hvad er drivhus-effekten?	Eleverne fremstiller CO_2 ved hjælp af en simpel kemisk reaktion og måler, hvordan CO_2 påvirker temperaturen. Til sidst reflekterer eleverne over deres resultater i forhold drivhuseffektens betydning for forholdene i atmosfæren.	At forstå CO_2's rolle som drivhusgas og hvad drivhuseffekten er.	Ingen	45 minutter
2	Havniveau-ændringer som indikator på global opvarm-Ning.	Ved hjælp af eksperimenter lærer eleverne om konsekvenserne af hvad der sker, når Indlandsisen, Antarktis iskappe og gletsjere smelter og hvad konsekvensen er, når der bliver mindre havis ved polerne.	At forstå de forskellige betydninger som isafsmeltningerne på land og til havs har.	Ingen	45 minutter
3	Hvordan kan ændringer i albedo påvirke klimaet?	Eleverne måler refleksionen (albedo) fra forskellige overflader og undersøger, hvordan forskelle på overfladers farve og fugtighed påvirker temperaturen.	Bedre forståelse af albedo-begrebet og albedoens rolle i Jordens energibalance.	Ingen	45 minutter

→ Indledning

Forståelsen af hvad der menes med global opvarmning, kan være ret kompleks. For at forstå begreber, der indgår i emnet, er det vigtigt at undersøge nogle af de 'usynlige', men vigtige processer, der har en indvirkning på Jordens klima. Eksempelvis er drivhuseffekten, og smeltningen af jordens forskellige iskapper, gletsjere og havis samt albedo vigtige begreber, der skal forstås, hvis man skal kunne se, hvorfor der sker en global opvarmning.

Satellitbilleder er nøgleværktøjer i overvågningen af ændringer i Jordens atmosfære, havene og dens overflade. Forskellige typer satellitbilleder som radarbilleder, billeder i det synlige område eller infrarøde billeder giver os vigtig information om carbondioxid i atmosfæren, mængden af skyer eller vanddamp i atmosfæren, om havets overflade, havisens koncentration og meget mere. ESA's *klimaforandrings- initiativ* involverer en gruppe på over 350 klimaforskere, der analyserer langsigtede observationer fra jordobservationssatellitter for bedre at forstå de globale klimaændringer.

Figur A1



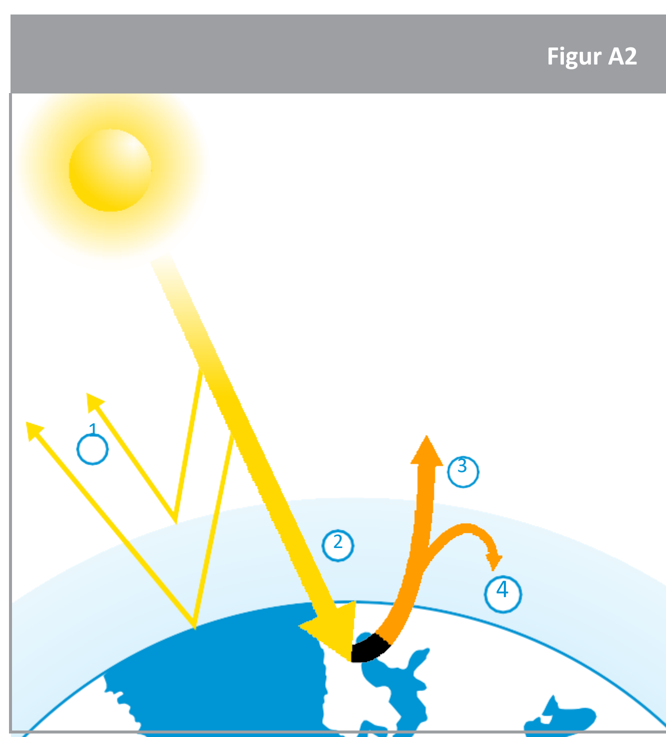
↑ Figur 1: Atmosfærens indhold af carbondioxid målt af Earth Observation satellitter. De årlige svingninger i grafen skyldes de sæsonmæssige ændringer i vegetationen, det vil sige ændringer i fotosyntesen og temperaturændringerne med større energiforbrug om vinteren

Stigningen i carbondioxid (CO_2) er den vigtigste bidragsyder til den menneskelige inducerede globale opvarmning. Det øgede niveau af CO_2 gør drivhuseffekten kraftigere og fører til stigende temperaturer på jorden.

I dette hæftes aktiviteter vil eleverne lave praktiske eksperimenter og analysere satellitdata. Eksperimenterne og satellitdata giver tilsammen indsigt i vigtige dele af drivhuseffekten og nogle af konsekvenserne af den globale opvarmning.

→ Baggrundsviden

Det meste af den energi, som solen udstråler, er synligt og nær-infrarødt lys, der består af kort bølget stråling, hvilket vil sige at der er kort afstand imellem bølgetoppene. Denne stråling passerer let de partikler, der findes i atmosfæren. Når denne kortbølgede stråling rammer Jorden, omdannes en stor del af den til varme og Jorden opvarmes. Jordens temperatur stiger dog ikke uendeligt, fordi overfladen og atmosfæren også udstråler varme tilbage til rummet. Denne nettostrømning af stråling ind og ud af jordsystemet kaldes Jordens strålingsbalance (figur A2). Varme er langbølget stråling, der indeholder mindre energi end den kortbølgede stråling. Det betyder, at den vekselvirker med atmosfæren på en anden måde. Jorden udstråler varme tilbage i atmosfæren i løbet af dagen og natten, hvilket hjælper med at afkøle overfladen. Imidlertid er det ikke al varmen, der undslipper til rummet, noget bliver fanget af drivhusgasserne i atmosfæren. Resultatet er, at Jordens atmosfære er varmere end den ville have været uden denne 'drivhuseffekt'.



↑ Jordens strålingsbalance.
1- En del af indstrålingen reflekteres af atmosfæren, skyer og Jordens overflade
2 - En del af strålingen absorbers i atmosfæren, skyer, men størstedelen absorberes i landmasserne og havet, og opvarmer dermed Jorden.
3 3 - Jordens overflade udstråler infrarød varmestråling. En del af udstrålingen forsvinder ud i rummet.
4 - En del af udstrålingen reflekteres tilbage til Jorden af drivhusgasserne.

Hvis drivhusgasserne ikke var til stede i Jordens atmosfære, ville livet, som vi kender det, næsten være umuligt, fordi den gennemsnitlige overfladetemperatur på Jorden ville være ca. 33 grader Celcius koldere end den nuværende gennemsnitstemperatur på 15 grader Celcius.
Den primære drivhusgas i Jordens atmosfære er vanddamp. Den fanger den største mængde varme, der kommer fra Jorden. De drivhusgasser, som klimaforskere er mere bekymrede over, er ikke vanddamp, men derimod CO_2 og metan (CH_4), fordi mængden af disse har været stigende i atmosfæren siden starten af den industrielle revolution.

→ Aktivitet 1: Drivhuseffekt – hvad er det?

I denne aktivitet vil eleverne teste en hypotese om, hvordan ændringer i atmosfærisk carbondioxid kan påvirke temperaturen på Jorden og dermed også drivhuseffekten. Eleverne kan arbejde med spørgsmålene: Hvordan påvirker indholdet af carbondioxid i atmosfæren Jordens temperatur? Eleverne ser også på satellitbilleder for at se, hvordan det fra rummet er muligt at overvåge drivhusgasser.

Materialer (per gruppe)

- 2 1L kolber
- Prop med hul til et termometer
- 1 lampe med en varmende pære (helst mere end 100W)
- 2 termometre (0.1^{0}C nøjagtighed)
- Lagereddike (husholdningseddike)
- Bagepulver
- Isterninger (eventuelt)

Sikkerhed

Kolberne og lampen skal håndteres forsigtigt. Eleverne bør undgå at røre ved varmelampen. Læreren bør hjælpe med at tilsætte eddikesyren til kolberne

Ved arbejde med lagereddike, benyttes beskyttelsesbriller.

Fremgangsmåde

For detaljerede instruktioner om opsætningen af eksperimentet, se elevvejledningen. Eksperimentet kan udvides ved at placere en isterning i bunden af hver kolbe. Eleverne undersøger derefter, hvor lang tid det tager for isterningerne at smelte.

Bemærk, at dette eksperiment er meget følsomt og bør gennemprøves på forhånd af læreren. I stedet for at bruge husholdningseddike og bagepulver kan man til forsøget bruge en sodastreamer eller tørgær og sukkervand.

Dette forsøg kan enten laves af eleverne selv eller som et demonstrationsforsøg.

Resultater

I kolben med CO_2 vil temperaturen stige hurtigere end i kolben uden. Efter 10 minutter vil der normalt være 1-30 °C forskel. Det er vigtigt at forklare eleverne, at en gennemsnitlig stigning på kun 2 °C over hele planeten kan have katastrofale virkninger. For eksempel kan en temperaturstigning på bare 2 °C medføre, at havets overflade stiger markant og resulterer i større oversvømmelser.

Diskussion

Sammensætningen af luften i kolberne påvirker mængden af reflekteret og absorberet varme. Eleverne sammenligner forskelle i varmeabsorptionen (temperaturændringer) i kolben med kontrolprøven med en kolbe med et forøget CO_2-niveau. Eleverne vil nå frem til, at temperaturen i kolben med CO_2 stiger hurtigere end temperaturen i "kontrolkolben".
Diskuter med eleverne, hvordan niveauet af CO_2 i atmosfæren kan påvirke Jordens temperatur. Eleverne bør komme frem til, at CO_2 'fanger' varmen fra jorden. Observationer fra forsøget skal øge elevernes bevidsthed om nødvendigheden af CO_2 i atmosfæren, men også bevidstheden om, at der bliver varmere på Jorden, hvis mængden af CO_2 fortsat øges. Øget udslip af CO_2 fører til global opvarmning.

Ved at analysere satellitdata kan man supplere forsøget med 'real data'. Der ses på variationer i CO_2 i atmosfæren hen over året og over en længere årrække. (se linkafsnittet for videoforslag) Eleverne bør komme frem til, at CO_2 i vores atmosfære er steget hvert år de senere år. De sæsonbetonede udsving skyldes især vegetationen (specielt på den nordlige halvkugle, hvor det meste af verdens vegetation findes), men også menneskelig aktivitet. Om sommeren absorberer planterne CO_2 når de laver fotosyntese, hvorimod noget af dette CO_2 frigives om vinteren. Samtidig har vi, især på den nordlige halvkugle, brug for at bruge mere energi i vinterhalvåret til blandt andet opvarmning af huse.

App'en "Klima fra rummet" fra *ESA's Climate Change Initiative (CCI)* giver et overblik over drivhusgasser, og dataviseren viser den globale fordeling af atmosfærisk CO_2. Screenshots af dataviseren er tilgængelige som bilag, hvis eleverne ikke har adgang til app'en. Læreren kan printe eller på anden måde formidle screenprints fra app'en, hvis eleverne ikke selv har adgang til den.

→ Aktivitet 2: Ændringer i havniveauet som indikator på global opvarmning

Ændringen i havets overflade er en af de største virkninger af menneskeskabte klimaforandringer. I denne aktivitet vil elever lave et eksperiment, hvor de undersøger, hvordan isafsmeltning kan påvirke havniveauet.

Sikkerhed

Der er ingen særlige forhold

Fremgangsmåde

Før forsøget start er det en god ide, at lade eleverne lave hypoteser om, hvad de forventer vil ske. Hvis nødvendigt, er det en god ide at forklare eleverne forskellen på havis og is bundet i gletsjere eller iskapper (som fx Indlandsisen).

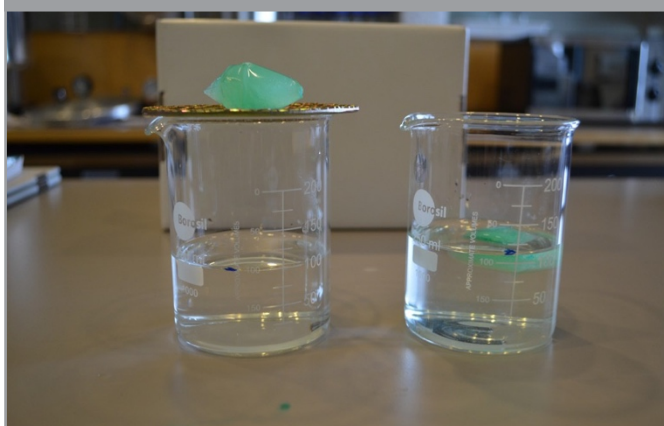
Mere detaljeret vejledning og fremgangsmåde findes i elevvejledningen.

Havvands salinitet(saltholdighed) er i gennemsnit 3.3% En teskefuld salt i 150 mL vand vil virke fint. Hvis man ønsker at lave 1L til brug i klassen:

- Afvej 33 g salt.
- Tilsæt saltet til en 1Ls flaske eller kolbe. Hæld 1L vand i.

- Rør rund eller ryst indtil saltet er opløst
- Lav grønne isterninger (vand med grøn frugtfarve)

Figur A3



↑ Forsøgsopstilling

Resultater

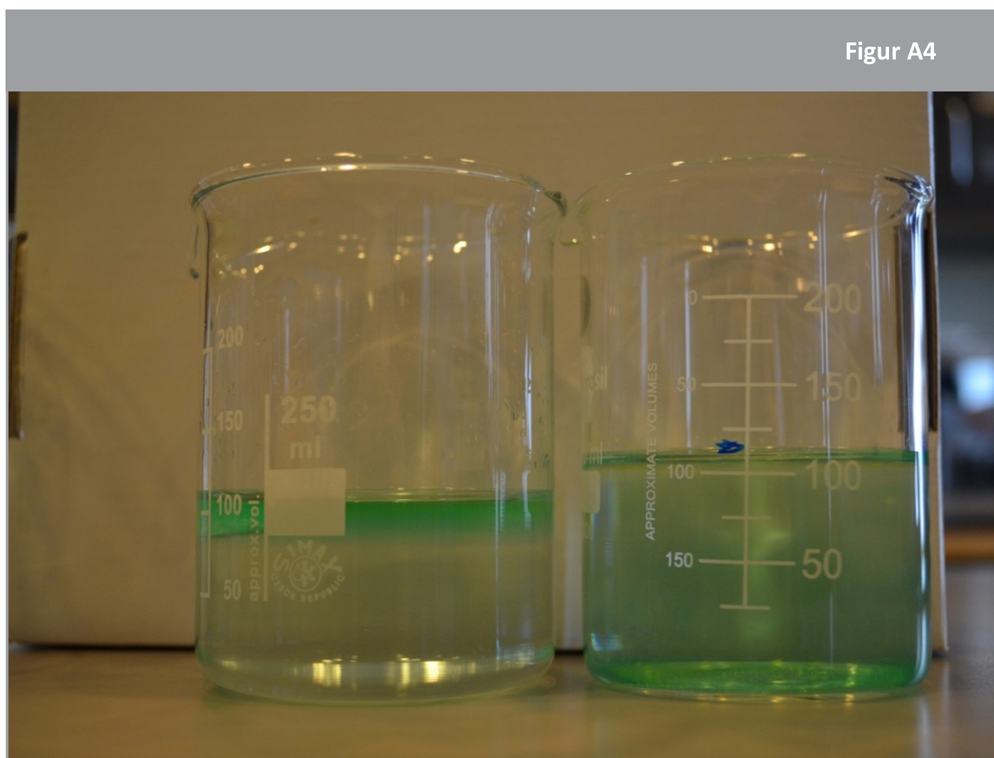
Tabel 1 - Forsøgsresultater				
	Mængde vand (mL)	Med net	NaCl %	Observationer
Glas 1	150	ja	0	Vandniveauet er højere end i starten.
Glas 2	150	nej	0	Ingen ændring i vandniveauet.
Glas 3	150	Ja	3,3	Vandniveauet er højere end i starten.
Glas 4	150	nej	3,3	Ingen ændring vandniveauet.

Eleverne vil observere at isterningen i det ferske vand smelter hurtigere end den i saltvand. Forskellen skyldes at saltet sænker smeltningen, da saltvand har et lavere frysepunkt end ferskvand.

Man kan inddrage begrebet varmekapacitet og dermed bedre forklare, hvad der sker. Varmekapacitetsbegrebet bør naturligvis kun inddrages, hvis det passer til elevernes niveau.

Eleverne vil kunne observere, at vandet fra isterningen lægger sig oven på det salte vand, hvorimod det blandes op, når den smelter i fersk vand (figur 4A).

Figur A4



↑ Smeltevandet fra isterningen lægger sig oven på saltvandet (venstre bægerglas), hvorimod det blandes op, når isterningen smelter i ferskvand (højre bægerglas)

Diskussion

Vand er et af de få stoffer, der har en lavere densitet fast form end flydende form. Derfor kan is flyde. Det betyder også, at den samme mængde vandmolekyler i fast form, optager et større volumen end i flydende form. Lærere kan eventuelt bruge Archimedes lov om opdrift til at forklare, hvorfor der ikke er nogen ændring i vandstanden, når is, der flyder i vandet, smelter. For at give eleverne bedre forståelse af forsøget, kan man lade eleverne veje isterningerne, før de puttes i glasset.

Efter denne aktivitet skal eleverne kunne konkludere:

- Havis bidrager allerede med sit volumen til havene (det meste af isen er allerede under vand). Vægten af havis svarer til vægten af volumenet af det fortrængte vand. Når havis smelter, erstattes det fortrængte vand med smeltet is. Derfor øges det ikke havets volumen ikke, når havisen smelter.
- Is fra land bidrager ikke til havenes volumen, så længe den befinder sig på land som gletsjere eller store iskapper. Når det smelter, strømmer det således ud i havet og øger det samlede volumen i havet, og der kan konstateres en havniveaustigning.
- Smeltning af havis får ikke havniveauet til at stige, mens smeltende is fra gletsjere og iskapper gør.

Bemærk: Smeltende havis **indirekte** kan på sigt føre til stigende havniveau, da især den stigende havtemperatur vil betyde, at rumfanget øges, hvilket kan føre havniveaustigning. Omvendt vil den kolde nyligt smeltede havis ikke betyde stigning i havniveauet.
Smeltningen af både is fra gletsjere og iskapper samt havis ændrer Jordens strålingsbalance (dette vil blive undersøgt i aktivitet 3).

Man kan eventuelt vise eleverne videoen "*Contributors to sea-level rise*" (se links) og bruge den som basis for efterbearbejdning af forsøget.

→ Aktivitet 3: Hvordan ændringer i albedo kan påvirke klimaet

I dette eksperiment vil eleverne opstille og teste en hypotese om, hvordan overfladers farver påvirker dens refleksion (albedo). Eleverne vil lære, at forskellige overfladers refleksionsevne, deres albedo, spiller en vigtig rolle for Jordens klima. De vil undersøge følgende:

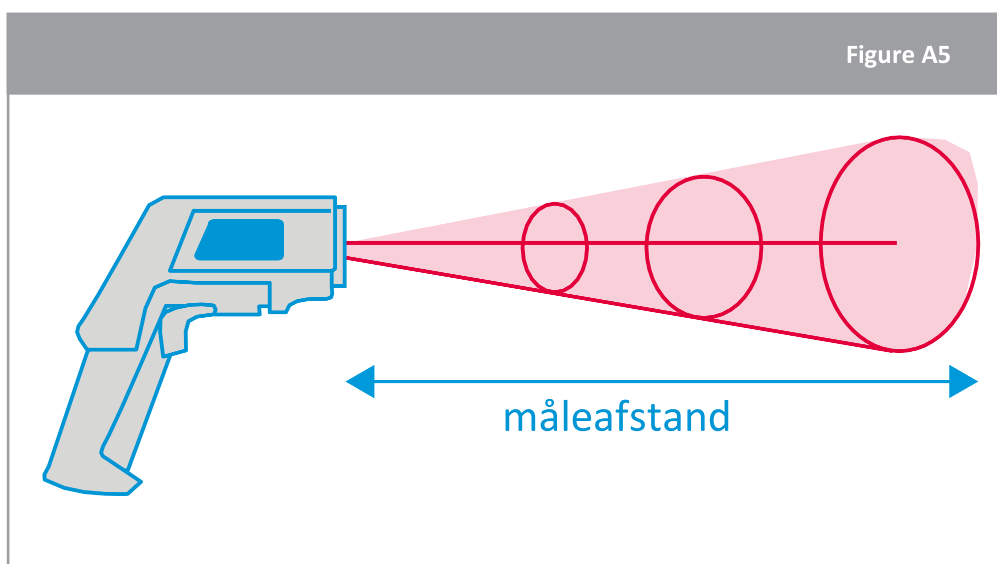
1) Hvordan en overflades farve påvirker dens temperatur?

2) Hvordan vind og fugtighed påvirker overfladens albedo og dermed dens temperatur?

Materialer

- IR-termometer
- Papstykker eller kartonstykker i forskellige gråtoner og forskellige farver (se tillæg II)
- Lampe med kraftigt lys (hvis det er meget overskyet) eller solskin

Note: Et infrarødt termometer er et termometer, der registrerer temperaturen fra en del af den termiske stråling, der udsendes af det objekt, der måles. Mængden af IR-stråling, der udsendes fra en genstand eller en overflade, er proportional med dens temperatur. Store mængder IR-stråling betyder en høj temperatur, og små mængder IR-stråling betyder en lav temperatur.



↑ Skematisk tegning af hvordan et IR-termometer måler den gennemsnitlige IR-stråling.

IR-termometeret skal peges mod en overflade fra en afstand på få centimeter. Den registrerede termiske stråling omdannes til en nøjagtig temperatur på overfladen. Sørg for at bruge den samme afstand i hver måling!
Et IR-termometer måler kun et objekts overfladetemperatur.

Sikkerhed

PAS PÅ laseren i termometret - sigt ikke mod personer.

Forsøget

Fremgangsmåden er detaljeret beskrevet i elevvejledningen. Lad eleverne lære at bruge af IR-termometeret før de går i gang med selve forsøget.
Hvis man ikke har IR-termometre, kan eksperimentet fra bilag III gennemføres.

Resultater

I øvelse 1 vil eleverne inden for et ret kort interval typisk observere en temperaturstigning på 0,3-0,50°C pr. gråtone.

I øvelse 2 skal eleverne bemærke, at der er mange faktorer, der påvirker aflæsningen af overflade-temperaturen, herunder fugtighed, skyer og tid på dagen ud over overfladenes farve og struktur.

Diskussion

Overfladefarven på et materiale har indflydelse på varmen, der optages fra stråling. Eleverne vil bemærke, at jo mørkere overfladefarven er, desto højere temperatur (dette skyldes, at mørkere materialer absorberer mere varme end lysere materialer).
I diskussionen skal eleverne relatere dette til Jorden. Hvilke overflader reflekterer sandsynligvis mest stråling? Hvilke absorberer sandsynligvis mest stråling?
Eleverne skal konkludere, at:

- lyse overflader (is, sne) har en høj albedo, hvilket betyder at de reflekterer det meste af sol-strålingen;

- mørke overflader (vand, havoverflader, græs) har en lav albedo, hvilket betyder at de absorberer det meste af solens stråling;

- smeltende is vil bevirke øget temperatur på Jorden. Når gletsjere smelter vil den mørkere farve på klipperne komme til syne og når havisen smelter vil havets mørkere overflade betyde større absorption af Solens stråler

- når det isdækkede område indskrænkes, absorberes mere varme af havet om sommeren; havet tager derfor længere tid om at køle af om efteråret, hvilket betyder at dannelsen af ny is starter senere.

→ DRIVHUSEFFEKTEN OG DENS BETYDNING

Undersøgelse af global opvarmning

→ Aktivitet 1: Drivhuseffekt – hvad er det?

I den første aktivitet, vil du lære, hvordan carbondioxid (CO_2), en “drivhusgas”, kan påvirke luftens temperatur i et lille lukket kammer. Følgende spørgsmål undersøges:
Hvordan påvirker atmosfærens indhold af CO_2 Jordens temperatur?

Efter forsøget kan du udvide din viden ved at kigge på Satellitbilleder, som viser koncentrationen af CO_2 i atmosfæren gennem en årrække. Billederne viser en general stigning i CO_2 og desuden kan man se årstidsvariationerne.

Materialer

- 2 1L kolber
- Prop med hul til et termometer
- 1 lampe med en varmende pære (helst mere end 100W)
- 2 termometre (0.1^{0}C nøjagtighed)
- Husholdningseddike
- Bagepulver
- Isterninger (frivilligt)

Sikkerhed

Vær forsigtigt når du arbejder med kolberne og lampen – Undgå at berøre den varme lampe.

Hus beskyttelsesbriller, når der arbejdes med eddike.

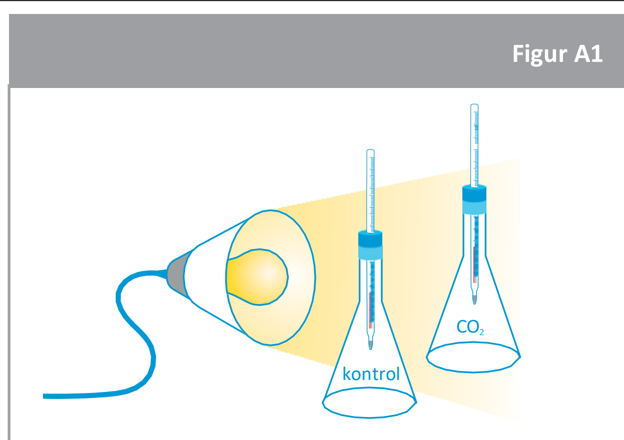
Eksperiment 1

I dette forsøg skal I undersøge temperaturen inde i to kolber; den ene kolbe indeholder CO_2 (kolbe 1), og den anden fungerer som kontrol (kolbe 2). Før forsøget startes laves en hypotese, der forudsiger hvilken kolbe der opvarmes mest.

---

1. Stil de to kolber ved siden af hinanden i nærheden af lampen. Sørg for at begge kolber modtager den same mængde lys. Kolberne og lampen må ikke flyttes, når før eksperimentet er startet.
2. Sæt de to termometre i propperne
3. Bland 5 g bagepulver med 20 mL eddike i den ene kolbe (bed eventuet din lærer med at tilsætte eddiken).
4. Sæt nu de to propper med termometrene i kolberne.
5. Aflæs starttemperaturen i hver af kolberne
6. Tænd lampen
7. Vent 2 minutter og aflæs temperaturen.

Figur A1

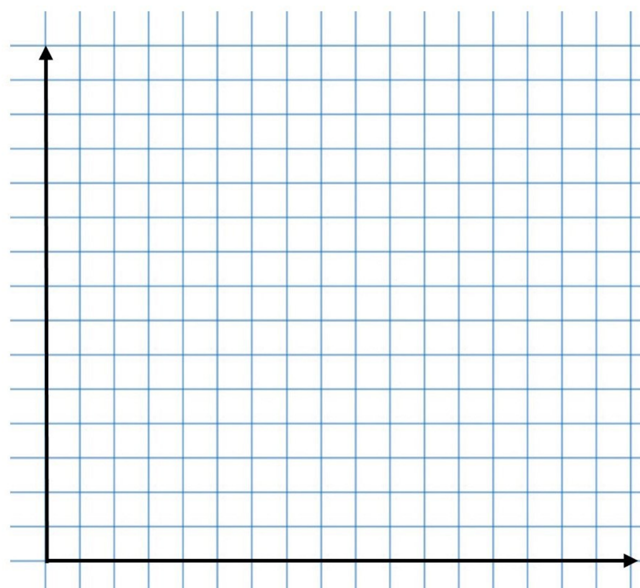


↑ Forsøgsopstilling: den ene kolbe indeholder CO_2 og den anden fungerer som kontrol.

8. Vent endnu 2 minutter og aflæs temperaturen. Fortsæt med aflæsninger hvert andet minut indtil du har 8 aflæsninger
9. Noter målingerne i tabel 1 og tegn grafer. Husk at skrive enheder og titel på akserne og på graferne.

Resultater

Tabel 1 - Aflæsninger		
Tid	Temp. kolbe 1	Temp. kolbe 2
0 min		
2 min		
4 min		
6 min		
8 min		
10 min		
12 min		
14 min		
16 min		



Diskussion

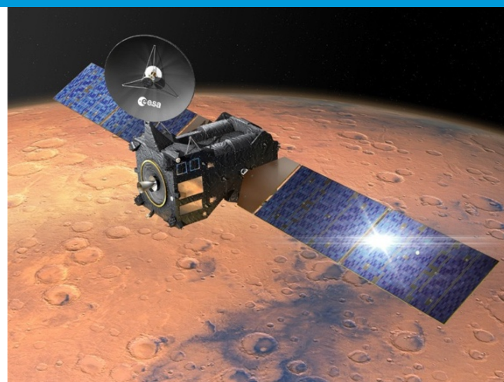
1. Sammenlig målingerne fra de to kolber. Stemmer resultaterne med jeres hypotese?

2. Forklar resultaterne.

3. Med baggrund i jeres resultater, skal I nu besvare spørgsmålet:
   Hvordan påvirker atmosfærens indhold af CO_2 Jordens temperatur?

4. CO_2 er en drivhusgas, der frigives ved naturlige processer og ved menneskelig aktivitet. Forklar med egne ord, hvordan drivhuseffekten fungerer.

Vidste du?



For at forstå klimaforandringer på Jorden kan det hjælpe at studere andre planeters atmosfære. Mars 'atmosfære består for eksempel primært af carbondioxid, men den eksisterende atmosfære er så tynd, at den ikke kan bevare meget af Solens energi.
Som en konsekvens er der ekstreme temperaturforskelle mellem dag og nat eller mellem sol og skygge. De fleste forskere er dog enige om, at Mars tidligere har været meget varmere, hvilket betyder, at atmosfæren sandsynligvis var anderledes end den er nu.
Med ExoMars Trace Gas Orbiter, en del af ESA – Roscosmos ExoMars-missionen, vil man undersøge sammensætningen af Mars' sporgasser, der udgør mindre end 1% af volumenet af planetens atmosfære. Her vil man især lede efter beviser på methan og andre gasser, der tyde på biologisk eller geologisk aktivitet

Ekstra – Se på CO_2 på Jorden fra rummet

1. Du skal nu analysere satellitdata over den globale carbondioxidkoncentration. Før I går i gang, skal I i gruppen diskutere, hvad I forventer at se:

   a) Sæsonudsving – Forventer I, at der er ændringer i den atmosfæriske CO_2 i årets forskellige måneder? Forklar hvorfor.

   ____

   ____

   b) Hvilke forhold forventer I, hvis I sammenligner den CO_2-koncentratione i den samme måned over flere år? Forklar jeres forventninger.

   ____

   ____

   c) Lokale og globale ændringer – Hvordan forestiller I jer, at CO_2-koncentrationerne er fordelt på Jorden?

   ____

   ____

2. Sammenlign jeres forventninger med rigtige satellitdata. Svarer analysen af satellitdata til jeres forventninger i spørgsmål 1? Prøv at forklare eventuelle forskelle.

____

____

3. Hvilke konsekvenser kan ændringer i atmosfærens indhold af CO_2 have for Jordens klima?

____

____

→ Aktivitet 2: Ændringer i havniveauet som indikator på global opvarmning

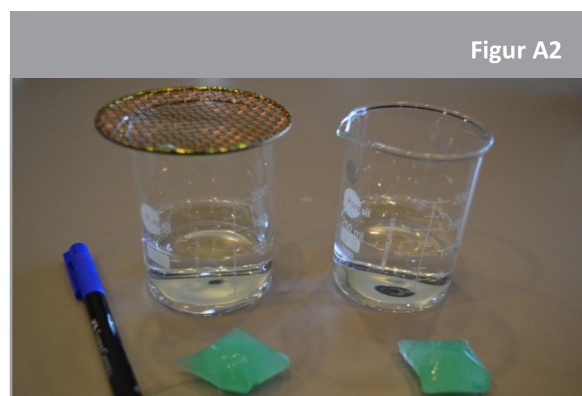
Stigning i havnivveauet er en indikator på globale klimaændringer. I denne aktivitet skal du undersøge følgende spørgsmål:

Hvilken effekt vil man se, hvis havisen forsvinder eller ismasser på land (fx gletsjere) smelter?

Materialer

- 4 bægerglas 250 mL
- Metalrist med en diameter lidt større end bægerglassets diameter.
- Farvede isterninger
- Bordsalt (NaCl)
- Teske eller spatel til at røre med
- Mærkepen
- Tidstagningsur

Figur A2



↑ Forsøgsopstillingen.

Eksperiment 2

1. Tilsæt 150 mL koldt vand til bægerglas 1 og bægerglas 2. Læg metalristen på det ene glas (Bægerglas 1) og marker vandstanden.

2. Tag to identiske isterninger

3. Læg den ene isterning på metalristen på bægerglas 1 og drop forsigtigt den anden isterning ned id et andet bægerglas (bægerglas 2). Hvilken slags is tror du isterningen på risten repræsenterer? Og den i vandet?
   Bægerglas 1:____________________ Bægerglas 2:________________________

4. Mærk **igen** vandstanden på begge glas. Dette er nu de to 'startniveauer'.

5. Start tidstagningen.

6. Studer nøje hvad der sker, når isterningerne smelter. Hvad sker der med smeltevandet fra isterningen, når det kommer ned i vandet?

____

7. Noter hvor lang tid det tager for hver isterning at smelte helt.

8. Mens du venter, besvares følgende spørgsmål:

Hvad forventer du, der sker med vandstanden i hvert af de to bægerglas?

____

____

9. Gentag eksperimentet, men denne gang med 'havvand' i bægerglas 3 og bægerglas 4. Havvand har typisk et saltindhold på 3,3 % NaCl. HUSK, der er meget vigtigt at markere vandstandene og notere hvad der sker efterhånden som isterningerne smelter.

Resultater

Tabel 2 - Resultater

	Mængde vand (mL)	Rist	NaCl %	Start-tidspunkt	Smelte-tid	Observationer
Glas 1	150	ja	0			
Glas 2	150	nej	0			
Glas 3	150	ja	3,3			
Glas 4	150	nej	3,3			

Diskussion

1. Er isterningerne i glas 1 og glas 2 lige lang tid om at smelte? Forklar resultaterne.

2. Hvad skete der med vandniveauerne i de to bægerglas? Svarer resultaterne til jeres forventninger/hypotese?

3. Sammenlign observationerne fra bægerglas 1 og 2 med observationerne fra bægerglas 3 og 4. Forklar alle de forskelle I har set.

4. Med baggrund i jeres resultater, skal I nu besvare spørgsmålet:
   Hvilken effekt vil man se hvis havisen forsvinder eller ismasser på land (fx gletsjere) smelter?

Vidste du?



De første målinger af havoverfladen blev lavet allerede i det 18. århundrede, hvor man begyndte at måle på tidevand.
I dag foretager man målinger med satellitradar-Altimetri (højdemåling), som giver mulighed for en næsten fuldstændig dækning af alle havområder på kloden.
Tidevandsmålere leverer fortsat vigtige målinger fra selve havoverfladen, men siden starten af 1990'erne er satellit-altimetri blevet det vigtigste redskab til kontinuerlig måling af det globale havniveau.
Satellit-altimetri måler præcist den tid, det tager af en radar-impuls at rejse fra satellitantennen til havoverfladen og tilbage til satellitmodtageren.
Når man kombinerer de præcise satellitdata med målinger af Højdemålinger ved havoverfladen, kan man komme frem til de præcise havoverfladehøjder. ESA Sentinel-3A-satellitten kan på den måde kan måle havets overflade steder på kloden, hvor det tidligere ikke har været muligt.

→ Aktivitet 3: Hvordan ændringer i albedo kan påvirke klimaet

Refleksionsevnen for forskellige overflader er kendt som deres albedo. Albedo spiller en vigtig rolle i Jordens klima. I dette eksperiment vil du undersøge følgende spørgsmål:

1. Hvordan påvirker farve en overflades temperaturstigning? (Forsøg 1)

2. Hvordan påvirker vinden og fugtigheden albedoen og dermed temperaturen på en overflade? (Forsøg 2)

Materialer

- IR-termometer
- Papir eller karton i forskellige gråtoner og forskellige farver (se tillæg)

Forsøg 1

1. Læg papiret med de forskellige gråtoner i solen (eller under en lampe, der lyser stærkt)
2. Vent 4-5 minutter.
3. Mål hver gråtones temperature med IR-termometeret og noter resultaterne i tabel 3. Sørg for at holde termometeret i same afstand til papiret ved hver måling.
4. Vent 5 minutter igen og gentag målingerne. Pas på med ikke at skygge for papiret, når der måles.

Tabel 3 – Måling af gråtonernes temperaturer								
Gråtoning	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
Måling 1 (˚C)								
Måling2 (˚C)								

Forsøg 2

I dette forsøg, skal I gå udenfor og måle temperaturer på forskellige overfladers som græs, træ, fliser o.l.,

1. Mål de forskellige overfladers temperature med IR-termometeret.

2. Noter resultaterne i tabel 4. HUSK at notere dato, om det er overskyet, om det er fugtigt eller om det blæser.

Tablel 4 – forskellige overflader					
Overflade	Temperatur	Farve	Skygge (ja/nej)	fugtighed	Andet
Græs - vandret					
Græs på en hældende skråning					
Træ					
Fliser					
Blade					
Vand					
Andet					

Bemærk: Under 'Fugtighed', skriver man 'ja' eller 'nej', afhængig af om man føler, at overfladen føles fugtig.

Diskussion

1. Hvilke konklusioner kan I lave ud fra forsøg 1?

2. Hvilken overflade havde den højeste albedo (tabel 4)? Forklar resultaterne, idet data fra såvel forsøg 1 om forsøg 2 inddrages.

3. Ved en temperaturstigning på 1°C, vil antallet af isfrie uger i de arktiske områder øges. Hvad vil der ske med albedoen, når havisen forsvinde? Hvorfor?

4. Hvilken effekt vil en ændring i havets albedo have på havets temperatur og på dannelsen af havis? Forklar.

5. Diskuter hvilken effekt afsmeltning af gletsjere, iskapper og havis har på den globale opvarmning.

Vidste du?

EarthCARE er en ESA-mission, der skal hjælpe til bedre at forstå hvordan skyer og aerosoler reflekterer dele af solens indstråling tilbage til rummet. Samtidig opfanger EarthCARE infrarød stråling, der udsendes fra jordens overflade.

EarthCARE - Earth **C**loud **A**erosol and **R**adiation **E**xplorer – er udviklet i samarbejde mellem ESA og det japanske luftfartsagentur, JAXA. De data, som EarthCARE indsamler, vil kunne bruges i vejr- og klimamodeller. Data om aerosoler har ligeledes stor betydning for overvågningen og forståelsen af luftens kvalitet.



→ Links

ESA resources

ESERO Danmark

https://esero.dk/klimadetektiverne

ESA classroom resources

esa.int/Education/Classroom_resources

ESA space projects

ESA Climate Change Initiative (CCI) http://cci.esa.int

ESA CCI greenhouse gases
www.esa-ghg-cci.org

Sentinel-3
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

EarthCARE
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE/ESA_s_cloud_aerosol_and_radiation_mission

Extra information

ESA app "Climate from Space"
esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips

Video "Contributors to sea-level rise"
esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors_to_sea-level_rise

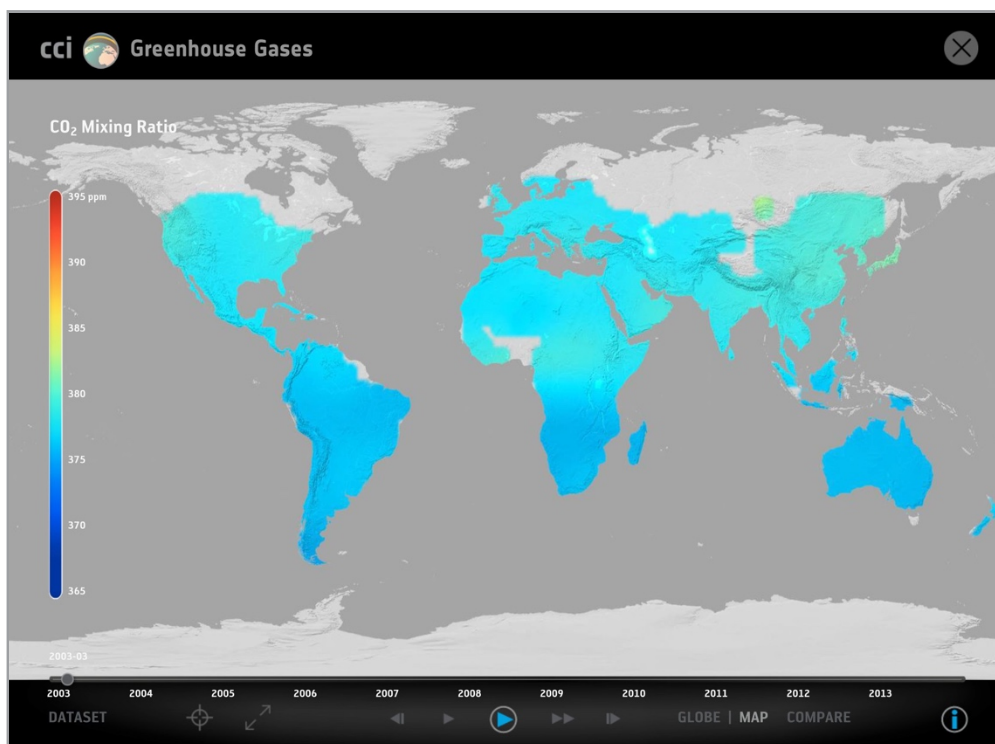
Video about the carbon cycle and its role in climate change
esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon_Cycle

Video about how atmospheric constituents are changing and how these changes are affecting our climate
esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change_in_atmosphere

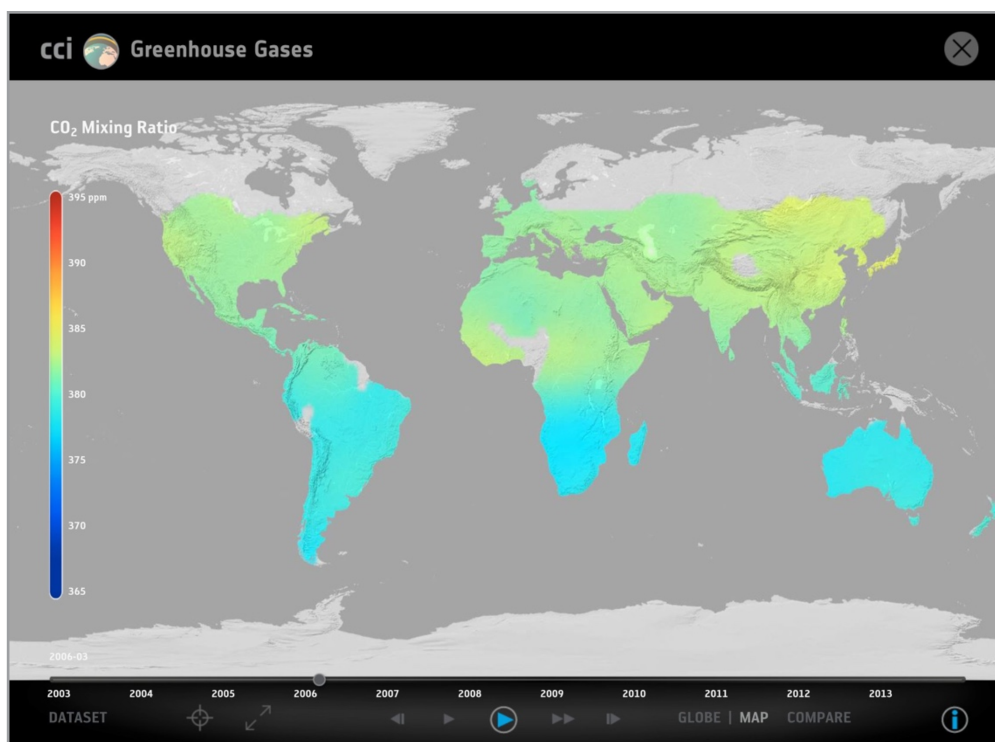
Information about the sea level and how it is measured
www.esa-sealevel-cci.org/Sea%20Level%20information

→ Tillæg - I

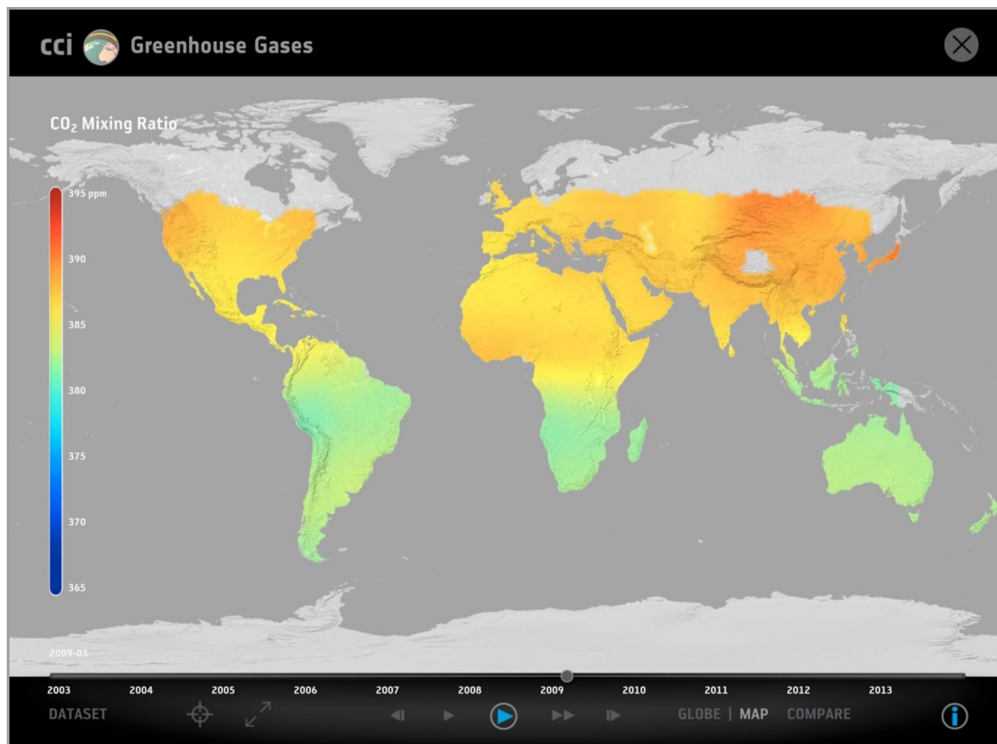
Kortene nedenfor viser CO_2-niveauer for kloden. Data er opsamlet fra satellitmålinger. CO_2 måles i ppm (parts per million). Alle data er lavet af ESA CCI.



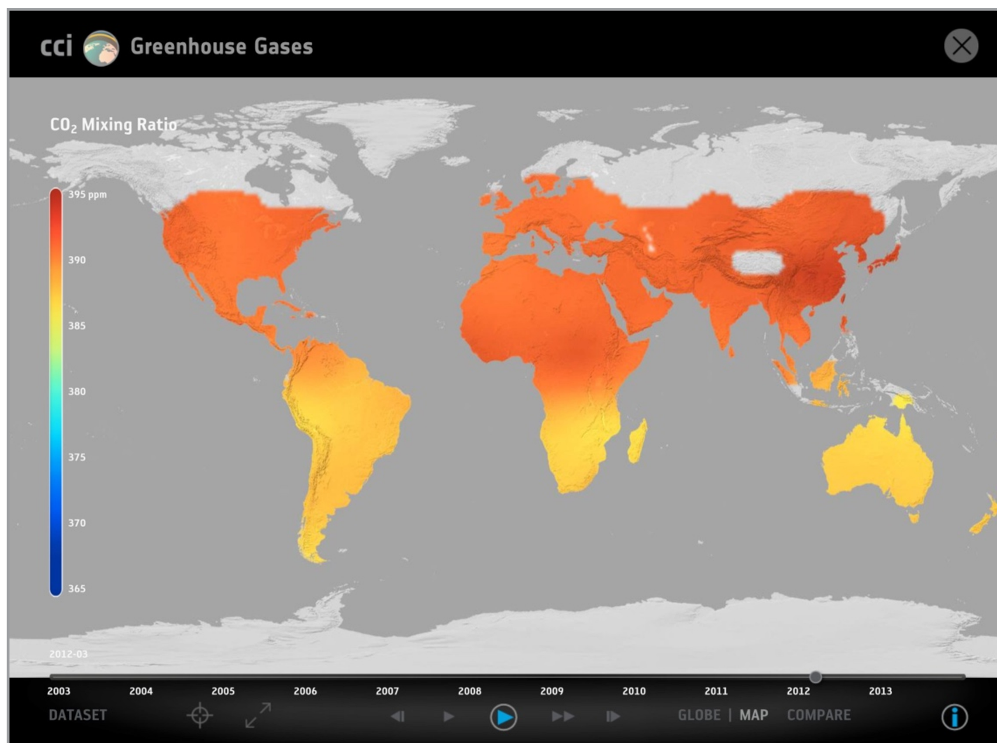
↑ Marts 2003



↑ Marts 2006



↑ Marts 2009



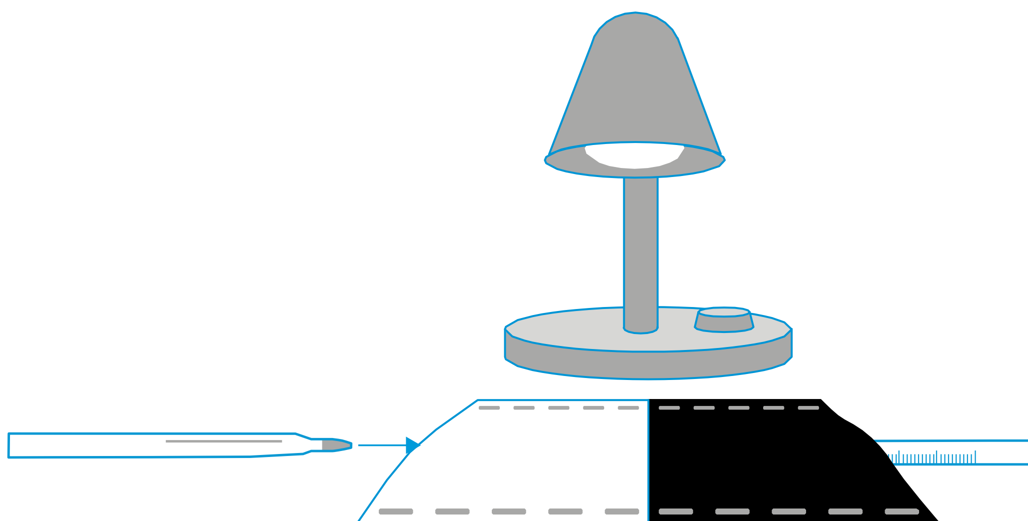
↑ Marts 2012

→ Tillæg - II

0%	10%
20%	30%
40%	50%
60%	70%

→ Tillæg - III

Hvordan kan farve påvirke en overflades temperatur?



1. Klip to firkanter på 15 x 15 cm, en i sort karton, en i hvidt karton.
2. Fold hver firkant i to gange.
3. Hæft to af kanterne på hver firkant for at danne lommer.
4. Læg den temperaturfølsomme ende på et termometer i hver lomme.
5. Anbring termometrene direkte under lampen (eller udenfor i solen), så de får lige store mængder lys. Lampen skal pege lige nedad (se figuren ovenfor).
7. Lad termometrene ligge i to minutter så de har samme temperatur, som den omgivende luft. Det er starttemperaturen. Sørg for, at termometrene ikke udsættes for sollys/lys fra lampen i denne del.
7. Tænd lampen. Aflæs temperaturen på hvert termometer hvert andet minut i de næste 20 minutter.

Temperaturforskellen mellem de hvide og sorte ark vil typisk være 2-3 °C, når man måler under en lampe, men måske 5-6 °C eller mere, når man måler udenfor i solen.